

創造性の基礎を培う高等学校数学の在り方

御子柴 恭介（教育実践コース）

1 研究に至った経緯と目的

自身が学生時代に受けてきた「例題解説→練習問題解答→応用問題への挑戦」という知識注入・受け身型の授業プロセスに、疑問を感じ、高等学校の数学科において授業を生徒主体なものにしたという想いからこのような研究に至った。

そこで、授業を生徒主体にすることで、どのような資質・能力を育成することを目標としているのかを明らかにし、そこに至るまでの学習デザインと学習プロセスを記述し、授業のモデルを考案した。

この研究の目的は、生徒の資質・能力を育成することを第一に、授業モデルの提案を通して高等学校数学科の在り方について考えていくことである。

2 研究の内容と方法

本研究は、高等学校数学科を対象として行う。したがって提案するモデルは、高等学校数学科において活用することを想定している。また高等学校の内容全般を対象とするので、学年やクラスを限定せずに観察と実践を行う。

研究の方法は、学習指導要領等の分析し、高等学校数学において育成すべき生徒の資質・能力を明確化し、新潟大学教育学部附属新潟中学校（附属中）、新潟県立新潟西高等学校（以下新潟西）、新潟県立西柴田高等学校（以下西新発田）での観察を行う。そして授業モデルを考案し、新潟西において実践と省察を繰り返し、分析と考察を行う。

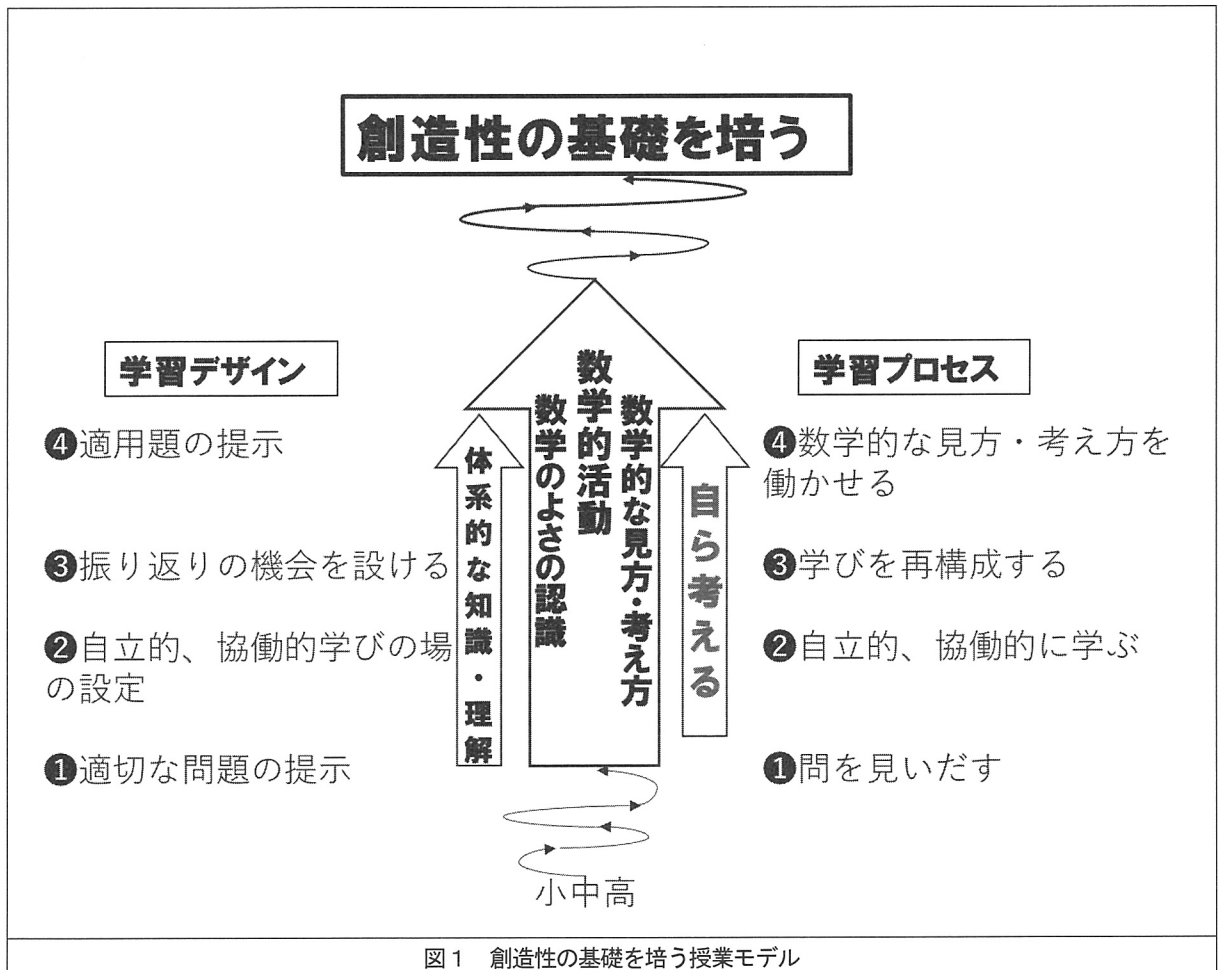


図1 創造性の基礎を培う授業モデル

1 学習指導要領等の分析と考察

(1) 小学校算数科、中学校、高等学校数学科学習指導要領目標の比較分析と考察

高等学校数学科目標における学習指導要領の記述のほとんどは、小学校算数科から中学校数学科に変化した記述を引き継いでいる。したがって高等学校においても中学校で培われてきた資質・能力をさらに発展させることが目標とされていると捉えた。

さらに中学校数学科から高等学校にかけて新出する記述は「体系的な理解」、「事象の本質や他の事象との関係を認識すること」、「数学のよさの認識」、「数学的論拠に基づいて判断する態度」、「振り返りによって考察を深めること」、「創造性の基礎を培うこと」であった。これらの記述から高等学校数学科においては、中学校での取り組みに加え、上述の資質・能力の育成が求められている。

(2) 高等学校数学科学習指導要領の分析と考察

上述の高等学校数学科特有の資質・能力についてさらなる分析を行った。

まず「体系的な理解」について、昭和53年度から平成31年度告示の学習指導要領等の変遷から考察を行った。「体系的な理解」とは、「数学的な見方・考え方」の一つであり、授業においてそれらを発揮させることにより、育成することができる資質・能力であることがわかった。

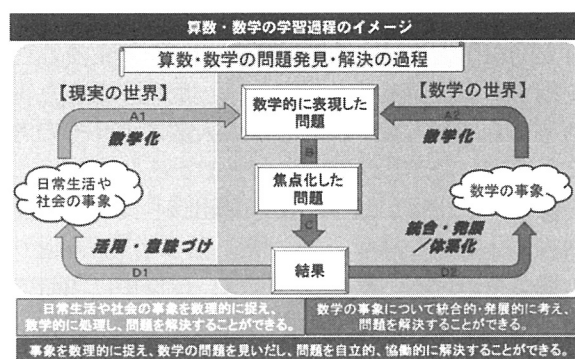
「事象の本質や他の事象との関係を認識すること」について、学習指導要領の解説から、主に数学の世界における事象を指していることがわかった。

「数学のよさの認識」について、学習指導要領記載の「数学を学ぶ意義」を授業を通して実感することであると捉えた。

「数学的論拠に基づいて判断する態度」について、主に現実世界における問題を数学化し、その後数学の世界で得られた解を用いて現実世界における問題を考察することであると捉えた。(図2におけるD1) また「振り返りによって考察を深めること」に関しては、上述した一連の流れを改めて見返し、数学の世界と現実世界の両世界において考察を深めることであると捉えた。

最後に「創造性の基礎を培うこと」について、学習指導要領解説には、これまで数学科の目標に記載している様々な目標が記述されていた。(例えば、粘り強く考え抜く力等) これの記述から「創造性の基礎」は高等学校数学科目標において重要な記述であり、それらを培うために授業では、生

徒主体であると考えた。



(図2 算数・数学の学習過程のイメージ)

(3) 高等学校数学科で育成すべき資質・能力の考察

上述の分析と考察から高等学校数学科において最終的な育成すべき資質・能力を「創造性の基礎」と捉えた。そしてそれを培う上で、重要な資質・能力を生徒が「自ら考えること」、「数学的な見方・考え方」、「体系的な知識・理解」、「数学のよさの認識」そしてそれらを内包する「数学的活動」であると捉えた。

4 創造性の基礎を培う授業モデル

高等学校数学科において上述した資質・能力育成するためにどのような授業を構成すればよいかをモデル化した。(図1)

まずこのモデルの中心部分から説明を行う。高等学校数学科において最も育成すべき資質・能力を「創造性の基礎を培うこと」とした。それを育成するために小学校算数科、中学校数学科で行われてきた学びを基礎とし、高等学校数学科においても数学的活動を行っていく。その数学的活動において生徒は、自ら考えながら数学的な見方・考え方を働かせ、数学的よさの認識をする。また教師は数学的活動を体系的な知識・理解を始点に考え、授業を構成していき、これらの活動を日々の授業において繰り返して行くことで、生徒の創造性の基礎を培っていく。

次に学習デザイン、学習プロセスについて説明を行う。図の左側は、教師が授業場面において生徒の学習をどのようにデザインするかが記されている。図の右側は、教師がデザインした学習の中で生徒がどのような学習プロセスを行うかが記されている。

①では、生徒が自ら考えて数学的活動に取り組むために適切な問題を提示する。例えば、身近な事象を扱ったり、数学の系統性を生かしたりする問題がこれに相当する。

②では、生徒の数学的に見方・考え方を発揮させるために、自立的、協働的な学習を構成する。自立的な学習とは、主に個人で問題を考えることを指す。また協働的な学習とは、個人で考えた事柄をもとに少人数、ないしは大人数によりその考えを活かしながら学習することである。

③では、生徒が数学のよさを認識したり、学習内容の体系的な理解をしたりするために振り返りの機会を設ける。振り返りでは、授業中に本時で学んだことを口頭で共有することや学習プリント等を用いて記述させることが考えられる。

④では、生徒が創造性の基礎を培うために、これまでの学習プロセスの中で、発見、再構成した学びを活かし、適用題に挑む。適用題とは、これまでの学びを統合した問題である。

5 創造性の基礎を培う授業モデルの実践

授業実践は新潟西、西新発田で行った。新潟西で行った実践は第三学年(女子35名、男子3名)の数学教養クラスである。また、西新発田で行ったクラスは、第一学年(女子3名、男子9名)の数学セミナーである。また第四項に関してのみ中国の中学校を対象に授業実践を行った(授業内容は高等学校数学科の内容である)。

(1) 協働的な学習に焦点を当てた授業実践

新潟西第三学年にて問題集の問題を生徒自身で解く授業を行った。この授業では、②において生徒が自立的な学習を行った後、協働的な学習を行うか否かを選択できるように学習をデザインした。

① 成果

協働的な学習を選択することで、必要感が生まれた際に自由に学ぶことができることの記述があり、授業における協働的な学習の必要性を確認することができた。また、協働的な学習を行うことで、疑問を明確にすることができ、教員からの説明等を強く求める意見が見られ、生徒の学習する意欲を高めることができた。

② 課題

協働的な学習を選択式にすることで、協働的な学習を行わず、その必要性や意義を理解できない生徒が少数いた。また今回の実践からは①適切な問題の提示や④適用題の提示についての意図が反映されきれず、今後の課題に挙げた。

(2) 適切な問題提示に焦点を当てた授業実践

新潟西第三学年にて身近な事象(地図上の2点間の距離を求める問題、スカイツリーから見える景色の範囲を求める問題)を扱った題材を用いた授業を行った。この授業は前項の課題から①適切

な問題提示に焦点を当てた授業実践である。

① 成果

約70%の生徒は、身近な事象を扱った問題を通して、数学のよさを認識する記述をしており、適切な問題の提示を行うことにより数学のよさを認識することにつながるということがわかった。また生徒は日々の学習において発揮してきた三角比における数学的な見方・考え方を発揮し問題解決を行っていることが答案用紙から読み取ることができた。

② 課題

適切な問題提示を行う際、単元のどこで行うかが非常に重要であり、今回扱った内容も第一学年時にもっと適切な場面があることがわかった。また③の振り返りの機会を設けるに関して、生徒が数学のよさを認識することに加えて、体系的な理解を促す、振り返りの質問項目に課題があると考えた。

(3) 振り返りに焦点を当てた授業実践

西新発田第一学年にて、前項の課題を活かすために③振り返りの機会を設けることについて焦点を当てた授業実践を行った。

4時間の授業を継続的に行い、振り返りによって体系的な理解が得られるような質問項目を設けた。

① 成果

生徒は振り返りを継続的に行うことで、自身の身近な事象と学習内容を結び付ける記述や単元内の他の学習と結び付けながら考える学習が見られた。また、自身がどのように学習したかを記述した生徒がおり、自ら考える姿を読み取ることができた。

② 課題

生徒の資質・能力をみとる視点が振り返りの記述のみとなり、それだけでは不十分であり、評価に関して新たなツールを開発する必要性が生まれた。

(4) 適用題に焦点を当てた授業実践

授業は中国の南奥実験学校第一学年(中学校債一学年)にて行った。これまでの実践の課題から④適用題の提示について焦点を当てた授業実践を行った。また扱った題材は、高等学校の内容である数列である。

① 成果

適用題を扱う際は見通し立てる活動を普段の授業より意識的に行うことで、多くの生徒が培ってきた学びを活かしながら学習を進めることがわかった。また、適用題を扱うことで、

数学のよさの認識に関する記述がみられた。

② 課題

適用題を解答する様々な解法をどのように扱うかが課題にあがった。これらの解法の扱い方次第では、生徒の今後の学習の発展や資質・能力の向上に大きく役立つ可能性があるということがわかった。

(5) 自ら考えることに焦点を当てた授業実践

新潟西第三学年にて授業を行った。生徒が数学的活動の中で自ら考えて取り組む必要があることを記述した。この実践においては「自ら考えること」に焦点を当て、UDLの観点から授業計画を見直し、より生徒が自ら考えられる環境を整備した。具体的には、教員の支援を必要とする場所、友達を協働しながら問題を解決をする場所、個人で問題に取り組む場所を設定し、授業中、生徒が自由に席移動ができるようにした。

① 成果

UDLの観点を導入することで、自立的な学習において生徒が普段の活動よりも意欲的に取り組む姿が見られた。また振り返りにより自身に合った学び方を見つけることができたという記述や前回の学習と比較する記述がみられた。

② 課題

「自ら考える」ためには、問題の選択が非常に重要であり、①や④の選択をより一層意識して行う必要があることがわかった。

6 創造性の基礎を培う授業モデルの実践結果

(1) 成果

各学習デザイン項目に焦点を当てた授業実践から項目ごとに目標としている姿が見られた。また今回UDLの視点をこのモデルの授業に活用することで、授業モデルをより発展させることができた。

(2) 課題

実践では最大四時間の授業計画のみで他は単発の授業構成になった。したがって次は単元を通した授業計画を作成し、実施することが課題となる。また各資質・能力を評価するために、振り返り以外の評価ツールが必要になった。

7 授業モデルに基づいて単元計画の作成

創造性の基礎を培う授業モデルの実践の課題から単元を通した計画の実施が課題となった。ここでは、単元「微分と導関数」、単元「平面ベクトル」の単元計画を作成した。

①においては、導入場面において身近な事象を扱い、その後系統性を活かした適切な問題を提示

する。

②では、自立的な学習を毎授業設定するとともに、協働的な学習は、選択式ではなく全員が行えるよう設定する。

③では、本時のねらいを明らかにしたうえで「本時で学んだことは何ですか？」を基本として、「本時で学んだことがどのような場面で活用できそうか」という項目や自身の学習状況分がかかるような問題を活用していく。

④では、導入時に用いた教材など、既に学習した教材を新たに学んだことを活かすことで、さらなる考察が加えられるように計画を構成する。

8 本研究のまとめ

本研究において高等学校数学科における「創造性の基礎を培う授業モデル」を明らかにすることができた。またこのモデルに基づいて授業実践を行い、各項目における求める姿を確認することができた。さらにモデルを基に単元計画を作成できた。

一方で、創造性の基礎を培うことができたのかを評価できるツールの開発の必要性や、振り返り項目の考察のなど様々な課題が残った。

9 今後の展望

本研究で明らかになった授業モデルを用いて実践と省察を繰り返し行い、モデルの更新を行っていく。

①では、単元の中で身近な事象や数学の系統性を活かした問題を用いていく。

②においては、協働的な学習をどのようなタイミングで設定するかを明らかにし、より学びの深まる活動を組織していく。

③では、振り返りの行い方やその質問項目の工夫を行い、より体系的な理解の促進や数学のよさの気づきが行えるようにする。

④では、①と同様に、どこにどのような問題を提示するのかを考察するとともに、見通しを立てる活動の工夫や解法の活かし方を実践を通して学んでいく。

また、創造性の基礎が培われているかを評価するツール等の開発が今後の課題であると考え。本研究においては、各項目において生徒の姿をもとに評価を行っていたが、それだけでは、本当に創造性の基礎を培うことができたことを判断できない。したがって創造性の基礎が培われたことをより正確に評価できるツール等の開発が必要である。